UTILIZACIÓN DE BIOESTABILIZADO PROVENIENTE DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

PROYECTO AGROINDUSTRIAL VALLE DEL HUASCO
AGROCOMERCIAL AS LTDA.

FREIRINA
DICIEMBRE 2012

INDICE

1 **INTRODUCCION** 3
2 **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE** 4
2.1 *Descripción* 4
2.2 *Definiciones.* 4
2.3 *Proceso de compostaje* 5
2.4 Etapas del proceso de compostaje 5
2.4.1 Latencia 5
2.4.2 Fermentación 6
2.4.3 Enfriamiento 6
2.4.4 Maduración 7
2.5 Requerimientos del proceso de compostaje 7
2.5.1 Humedad 7
2.5.2 Estructurante 7
2.5.3 Oxígeno 7
2.5.4 Temperatura 7
2.6 Operación del proceso de compostaje 8
2.6.1 Formación de la pila de estructurante o activación del guano de cerdo 8
2.6.2 Acondicionamiento del lodo 8
2.6.3 Incorporación de lodo a la pila 8
2.6.4 Volteo de las pilas 9
2.6.5 Termino del Proceso y Preparación para despacho 10
2.7 Control de proceso 10
2.7.1 Procedimiento de control de proceso 10
2.8 Metodología de muestreo del bioestabilizado 12
3 **SALIDA Y USO DE BIOESTABILIZADO DE CANCHAS DE COMPOSTAJE** 13
3.1 Beneficio de bioestabilizado 13
3.2 Propuesta de salida de bioestabilizado 14
3.3 Experiencia de otros proyectos del mismo Titular en el uso de bioestabilizado 15
4 **COMPARACIÓN CON NORMA CHILENA DE COMPOST NCH 2880.** 15
5 **CONSIDERACIONES FINALES** 18
Anexo A 19
Anexo B 20

1 INTRODUCCION

El Proyecto Agroindustrial del Valle de Huasco, consiste en la construcción y operación de un centro de producción porcina, ubicado en la Región de Atacama. El que considera planteles de reproducción y de crianza, sistemas de tratamiento de efluentes, para su fracción liquida y cancha de compostaje para la fracción sólida.

El sistema de tratamiento de efluentes utilizado (lodos activados), genera guanos y lodos, que deben ser tratados en una Cancha de Compostaje.

Para llevar a cabo el proceso de compostaje se requiere la construcción y operación de una planta destinada para estos efectos especialmente habilitada para recibir lodos y guanos provenientes de plantas de tratamiento de purines de Agrocomercial AS, transformando los residuos generados por las plantas (Lodos y Guanos) en un producto estabilizado, con baja temperatura, color café oscuro, olor a tierra y que no atrae vectores, útil para la agricultura como mejorador de suelos.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE

2.1 *Descripción*

A continuación se describe el proceso de compostaje de sólidos generados en plantas de tratamiento de purines de cerdo del Proyecto Agroindustrial del Valle de Huasco.
Este documento contiene las bases técnicas y los procedimientos para efectuar de manera eficaz el proceso de compostaje de los sólidos generados en las plantas de tratamiento de purines de cerdo.

2.2 *Definiciones.*

a) Compostaje

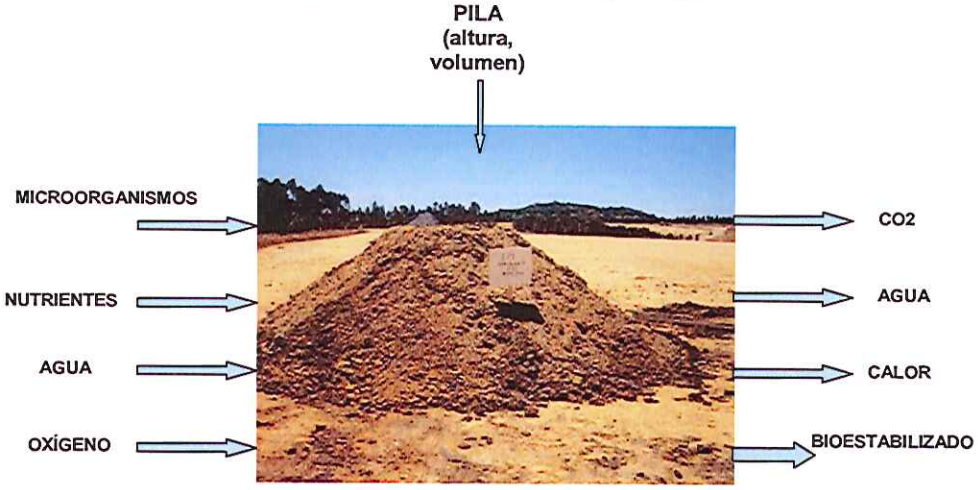
Proceso de estabilización y degradación biológica de la materia orgánica, donde los microorganismos aeróbicos mesófilos y termófilos, transforman el material orgánico biodegradable, en material estable, química y biológicamente.

b) Proceso de estabilización y degradación Biológica

Es un proceso donde participan organismos vivos, los que en el caso particular del compostaje son microorganismos como bacterias, hongos y actinomicetes. Estos microorganismos se alimentan de los nutrientes orgánicos y los "**transforman**" en materiales estables.

2.3 *Proceso de compostaje*

Figura N°1: Proceso de compostaje



Fuente: Elaboración Propia

2.4 Etapas del proceso de compostaje

2.4.1 Latencia

- Esta etapa consiste en la ambientación de los microorganismos provenientes en las materias primas (lodo y guano),

- En general, constituye la etapa más sensible dentro del proceso, debido a que las condiciones de la pila pueden ser desfavorables para el desarrollo de la actividad biológica de microorganismos aeróbicos; es decir, alta humedad, baja porosidad y déficit de oxígeno.

- La etapa de latencia de las pilas de guano de cerdo tiene una duración de 3 a 8 días, con un volteo cada 2 días, alcanzando en este tiempo una temperatura mayor a 45°C, esta condición evidencia que existe una importante actividad biológica de microorganismos aeróbicos mesófilos, denominándose al material que constituye estas pilas "guano activado".

- En la etapa de latencia se produce una reducción de volumen del orden de 10% a 15%, a causa principalmente de la disipación de humedad, llegando a un valor óptimo para el desarrollo de los microorganismos termófilos de 50% a 60% de humedad.

2.4.2 Fermentación

- La fermentación es la etapa más activa del compostaje, iniciada con una importante población de microorganismos aeróbicos mesófilos, los cuales, debido a las condiciones de temperatura dan paso al desarrollo de los microorganismos aeróbicos termófilos.

- La pila de guano activado, representa un excelente caldo de cultivo para el proceso de compostaje, por ello, es que en este momento se inicia la incorporación de lodo acondicionado a estas pilas.

- El lodo incorporado es un material pastoso y con temperatura ambiente.

- La etapa de fermentación se caracteriza por la presencia de los microorganismos más importantes, los **actinomicetes**, los que se observan como una capa blanca con aspecto de cenizas a 10 cms de la superficie de la pila, con un espesor de 10 a 15 cms. La presencia de actinomicetes, es evidencia de que el material que constituye la pila, tiene una temperatura mayor a 55°C.

- La reducción de volumen registrada en esta etapa es del orden del 60%, ocasionada por la activa degradación aeróbica de la materia orgánica que tiene como productos agua , dióxido de carbono y energía que aprovechan los microorganismos termófilos para continuar proliferando, elevándose las temperaturas hasta 65°C.

- Al cabo de 4 a 5 meses de fermentación aeróbica, se obtiene un material estabilizado de color café oscuro, sin olores ofensivos y químicamente estable, es decir, que no presenta riesgo de fitotoxicidad, pudiendo ser aplicado a diversos tipos de cultivo.

- Además, después de este periodo a temperaturas mayores a 55°C, se asegura la eliminación de patógenos, semillas de maleza y huevos de helmintos.

2.4.3 Enfriamiento

- Durante la etapa de enfriamiento se registra descenso paulatino de las temperaturas, ocasionado por la disminución de la materia orgánica biodegradable, lo que implica alcanzar la estabilidad biológica del material.

2.4.4 Maduración

- En esta etapa se producen reacciones químicas complejas para formar moléculas muy estables (humificación).

2.5 Requerimientos del proceso de compostaje

2.5.1 Humedad

- Para que el proceso de compostaje se inicie y pueda continuar a través de todas sus etapas, uno de los requisitos más importantes es el contenido de humedad.

- El rango óptimo de humedad en todas las etapas : 35% - 55%

2.5.2 Estructurante

- El estructurante es el material que permite que la pila alcance la altura deseada, siendo la mínima de 1 metro, ya que con alturas inferiores, aumenta la pérdida de temperatura del material.
- El estructurante permite ajustar la humedad de la pila, para obtener una humedad dentro del rango recomendado. (Porosidad).

- Todas estas características las presenta el guano de cerdo.

2.5.3 Oxígeno

- El oxígeno que se encuentra contenido en el aire es primordial para la actividad biológica de los microorganismos del compostaje.

- En las primeras etapas del compostaje todo el oxígeno que requieren los microorganismos debe ser suministrado a través del volteo, ya que por las altas humedades no quedan poros disponibles para que el oxígeno penetre por sí solo.

2.5.4 Temperatura

- La temperatura del material de la pila, determina el tipo de microorganismos que allí se desarrollan .

- Los microorganismos más eficientes en el compostaje son los termófilos, por lo cual se debe procurar temperaturas mayores a 40°C, siendo el rango ideal entre 45°C y 65°C

- Con temperaturas mayores a 40°C se evita la oviposición y proliferación de moscas.

- Con temperaturas mayores a 55°C se registra la mayor actividad biológica de los microorganismos termófilos, además se destruyen los microorganismos patógenos , las semillas de malezas y los huevos de helmintos.

2.6 Operación del proceso de compostaje

2.6.1 Formación de la pila de estructurante o activación del guano de cerdo

- El guano de cerdo proveniente de la planta de tratamiento, se descarga en la zona de la cancha previamente definida para el armado de pilas.

- Con el guano de cerdo, se forman hileras de 5,5 m de ancho, 1,8 m de alto (todas las dimensiones son aproximadas).

- Entre cada pila se deja un pasillo de aproximadamente 3 m

- Luego de armar la pila de guano de cerdo, se voltea cada 2 días, durante el tiempo que dura la etapa de Latencia, es decir, cuando la pila registra temperaturas mayores a 45°C.

2.6.2 Acondicionamiento del lodo

- El lodo generado en la planta de tratamiento, presenta una humedad en torno a 70% - 80%, si bien esta humedad es apropiada para incorporarla a las pilas de guano activado, mientras menos humedad tenga el lodo, menor es el tiempo que dura la incorporación para completar la relación guano/lodo definida.

- Por ello es que el lodo se acondiciona, dejándolo perder humedad en un proceso de remoción diaria para alcanzar una humedad en el rango de 60% a 65%. Proceso que dura entre 4 a 8 días.

2.6.3 Incorporación de lodo a la pila

- Las pilas de guano activado, se cubican para determinar el volumen de lodo que se le debe incorporar a cada una de ellas.

- El volumen de lodo a incorporar corresponde a 2 veces el volumen de guano activado, es decir, relación guano/lodo igual a 0,5.

- Cada vez que se incorpore lodo a una pila, ésta debe voltearse, para que el lodo se mezcle con el material que constituye la pila y a la vez se consigue la incorporación de oxígeno.

- La incorporación de lodo a la pila dura aproximadamente 2 a 3 meses, evitando así ,que la pila se enfríe si se le agrega todo el lodo en sólo una incorporación.

2.6.4 **Volteo de las pilas**

A) Objetivos del volteo de pilas

- El objetivo más importante del volteo de las pilas es el de suministrar el oxígeno requerido por la biomasa para realizar su actividad biológica (crecer y multiplicarse).

- La actividad biológica de los microorganismos produce calor, agua y CO_2. El calor aumenta la temperatura, vaporizando el agua, la que en el volteo se disipa.

- El volteo de las pilas también constituye un mecanismo de control de la proliferación de moscas, porque permite que las zonas superficiales de las pilas, donde la temperatura es menor, tomen contacto con las partículas calientes del corazón de la pila. La larva de mosca muere a 40°C.

B) Frecuencia de volteo

- La frecuencia del volteo de las pilas depende de la temperatura y de los materiales que se están compostando (porosidad).

- Los materiales con alta porosidad (> 70%), requieren una menor frecuencia de volteo que aquellos que tienen una porosidad entre 50% y 60%.

- En el compostaje de lodo y guano provenientes del tratamiento de purines de cerdo, las porosidades se encuentran en el rango de 50% a 60%.

- En estas pilas, 1 volteo cada 2 días en la etapa de latencia y 2 volteos por semana durante la fermentación, permiten mantener las temperaturas en los rangos adecuados.

- En la etapa de enfriamiento, un volteo quincenal puede ser suficiente, ya que la porosidad es mayor que en las etapas anteriores, manteniéndose

mejor circulación de aire entre los poros y además, disminuye el requerimiento de oxígeno por disminución de la biomasa activa.

2.6.5 Termino del Proceso y Preparación para despacho

- El proceso termina cuando se detiene la incorporación de lodo a las pilas, lo que disminuye el alimento para los microorganismos, disminuyendo así también el tamaño de la biomasa, dando como resultado el descenso de la temperatura.

- El último periodo posterior a esto tiene una duración de entre 30 a 40 días, con 2 volteos por semana.

- Una vez terminado el proceso anterior y realizado todos los procedimientos de control y muestreo la pila se encuentra lista para el despacho

2.7 Control de proceso

El control de proceso en plantas de compostaje contempla el monitoreo principalmente de la temperatura, ya que, este parámetro es reflejo de todas las variables que participan en el proceso.

El comportamiento de la humedad, representa un complemento para el control de proceso.

El control de proceso es una herramienta para detectar las anomalías del proceso y de esa forma tomar acciones correctivas oportunamente.

2.7.1 Procedimiento de control de proceso

A) Monitoreo de Temperatura

- Para el control de la temperatura se utiliza un termómetro de vástago largo que permite registrar la temperatura a diferentes profundidades, siendo la máxima a un metro, lo que permite medir la temperatura en el corazón de la pila.

- La altura a la cual se realiza el control con el termómetro es aproximadamente a la mitad entre el piso y el borde superior de la pila.

- Situándose el operador frente a la cara lateral de la pila, introducir el termómetro ligeramente inclinado hacia abajo para que la punta del termómetro llegue al centro de la pila, quedando aproximadamente 5 cm del vástago a la vista.

Figura N°2: Termómetro en la pila de compostaje

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez localizado correctamente el termómetro en el punto de control, se espera hasta que la lectura se estabilice, es decir, que la aguja del termómetro no se mueva, y se registra el número que indica la aguja.

- Dado que el termómetro es de vástago largo, se asegura que la lectura se realiza en el centro de la pila, por lo que no es necesario tomar registros a ambos lados de la pila. El lado de la pila que se elija no altera la medición.

- La cantidad de puntos donde se registra la temperatura, depende de la homogeneidad del material que conforma la pila. Para el caso del compostaje de los sólidos generados en el tratamiento de purines de cerdo, donde la variabilidad es mínima, resulta representativo tomar la temperatura en 6 puntos equidistantes, cada 100 m de largo de la pila.

- Al término del control de temperatura, el termómetro se limpia y se guarda en un lugar apropiado

B) *Monitoreo de Humedad*

- Para el monitoreo de la humedad, se utiliza el método rápido de terreno que consiste en tomar en la mano una porción de material, apretarlo en el puño y luego soltar el puño, observando el comportamiento del material.

- La siguiente tabla señala la relación entre la humedad del material y su comportamiento al realizar la prueba

Tabla N°1: Relación entre la humedad del material y su comportamiento al realizar la prueba

Rango humedad (%)	Comportamiento del material
> 60	Al apretar el puño, escurre líquido en forma continua
50 – 60	Al apretar el puño, escurren gotas del material
40 – 50	No escurre líquido al apretar el puño, al abrir el puño, el material mantiene la forma de éste.
30 – 40	No escurre líquido al apretar el puño, al abrir el puño, el material tiende a disgregarse, conservando la forma del puño sólo en el centro.
< 30	No escurre líquido al apretar el puño, al abrir el puño, el material se disgrega completamente, perdiendo totalmente la forma.

Fuente: Elaboración Propia

C) Frecuencia de monitoreo

- El monitoreo de temperaturas se establece generalmente en al menos un control semanal durante la etapa de fermentación, en la etapa de latencia, por su criticidad, se controla cada 2 días, y en la etapa de enfriamiento, un control quincenal es suficiente.

- El monitoreo de la humedad no es rutinario, sólo se realiza cuando la temperatura de la pila no se encuentra en el rango correspondiente a la etapa de proceso. La humedad se utiliza para verificar alguna anomalía en la temperatura y tomar alguna acción correctiva.

2.8 Metodología de muestreo del bioestabilizado

La metodología establece los pasos a seguir para realizar el muestreo de las pilas de compostaje, considerando la alta homogeneidad del material, pues la procedencia de las materias primas es la misma.

Se toman 6 muestras a lo largo de la pila, en puntos equidistantes. Se inserta la lanza de muestreo con la abertura hacia arriba, a la mitad de la distancia entre la base de la pila y el borde superior de la pila.

La lanza debe insertarse al menos ¾ de su longitud (longitud lanza de muestreo 1 m), con la abertura hacia abajo para que no entre material, luego se gira para que la abertura quede hacia arriba permitiendo que la lanza se llene con los diferentes estratos de la pila.

Se retira la lanza cuidando que el material contenido en ella no se derrame y se vacía el material muestreado en un recipiente limpio. Se repite la secuencia en todos los puntos seleccionados de la pila, juntando en el mismo recipiente los incrementos.

El contenido del recipiente se mezcla y se vacía el contenido en una bolsa de polietileno limpia, cerrándola inmediatamente para evitar pérdidas de humedad.

La bolsa que contiene la muestra se rotula, identificándola con el código de la pila muestreada.

3 SALIDA Y USO DE BIOESTABILIZADO DE CANCHAS DE COMPOSTAJE

3.1 Beneficio de bioestabilizado

El bioestabilizado es un material resultante del proceso de compostaje el cual consiste en la descomposición y estabilización de una mezcla de guanos de cerdo y lodos, por la acción de sucesivas poblaciones de microorganismos benéficos, que se desarrollan bajo condiciones controladas de aire, temperatura y humedad, logrando además a través del mismo proceso, la reducción de microorganismos patógenos y la destrucción de semillas de malezas. Este proceso aeróbico permite un producto final que se utiliza como una excelente alternativa de mejoramiento de suelo, en armonía con el medio ambiente.

El bioestabilizado es una excelente opción de enmienda orgánica para el suelo, el cual tiene asociado un número de ventajas entre las cuales cabe destacar:

A) Propiedades físicas:

- Aporta materia orgánica al suelo.
- Mejora estructura (en suelos compactados o sueltos), drenaje, aireación (oxígeno) y retención de agua.
- Previene erosión del suelo.
- Permite la recuperación de los suelos degradados y superficies alteradas sin uso agrícola.

B) Propiedades químicas:

- Aporta nutrientes y a su vez evita la pérdida de otros nutrientes por volatización o lixiviación del suelo.
- Mejora la capacidad de regulación frente a cambios en la acidez (capacidad buffer).
- Ayuda a estabilizar cambios en la temperatura del suelo.

C) Propiedades biológicas:

- Es una sustancia rica en microorganismos, la que al aplicarse a un suelo activa sus procesos biológicos.
- El proceso de elaboración asegura una composición libre de microorganismos patógenos y malezas.

D) Otras ventajas:

- No genera olores ofensivos.
- Opción de mayor viabilidad ambiental y económica para el reciclaje de materia orgánica, favoreciendo una producción agrícola sustentable.

En el marco de lo anterior, se anexa el informe "Informe técnico bioestabilizado como fuente de fertilización en diferentes condiciones de cultivos, climas y suelos temporada 2010-2011", ver Anexo A

3.2 Propuesta de salida de bioestabilizado

El Considerando 5.1 d. de la RCA N 003/2006 de la COREMA de la Región de Atacama, que aclara la RCA 110/2005 que aprobó ambientalmente el Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco, perteneciente a Agrocomercial AS Ltda. indica:

Cancha de Compostaje. Fase de Operación. "*El Compost resultante cumplirá con la Nch 2880, al menos en su calidad Clase B.*"

La propuesta dice relación en el contexto del proceso de compostaje de guanos y lodos provenientes del sistema de tratamientos utilizado en la producción de cerdos, como resultante de un proceso biológico anteriormente descrito y que dada su complejidad no remueve los parámetros de Cobre y Zinc, según los valores referenciados en la NCh 2880 para el Compost Clase B, que es requerido en el Considerando 5.1 d de la RCA N° 003/2006, que aclara la RCA N°110/2005 que aprueba ambientalmente el proyecto "Proyecto Agroindustrial del Valle del Huasco ". Sin perjuicio de lo anterior, el Titular ha constatado que el producto estabilizado presenta similares y mejores características como abono y/o mejorador de suelos agrícolas que otros subproductos originados en la industria pecuaria dadas sus características precisamente de estabilización y que aportan componentes valorados y atractivos especialmente en los rubros frutícola, vitivinícola, cultivos industriales, entre otros y que avalan la creciente demanda en el mercado nacional. *En el Anexo B*, se presenta a modo de ejemplo gráficos con las estadísticas de la comercialización del bioestabilizado generado en la zona central en el último año.

En base al contexto anteriormente expuesto, el proceso de compostaje de las Canchas de Compostaje de Agrocomercial AS Ltda. estará orientada a la

producción de un material estabilizado, con baja temperatura, color café oscuro, con olor a tierra y que no atrae vectores, **dando cumplimiento a las exigencias de proceso, producto y trazabilidad mencionadas por la Norma Chilena 2880, como requisitos de Compost para la agricultura.**

En este contexto se tendrá como referencia la NCh 2880, y para dar trazabilidad como eventual requisito del SAG respecto al uso y utilización para el material despachado que no cumple con la NCh 2880 la propuesta es la siguiente : **el Titular informará mensualmente al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), o en la frecuencia que este determine, los resultados de los análisis realizados a las pilas listas para despacho, incluyendo información referente al lugar de destino , tipo de cultivo, número de hectáreas y cantidad despachada, asegurando la condición de manejo de las mismas.**

3.3 Experiencia de otros proyectos del mismo Titular en el uso de bioestabilizado.

Cabe mencionar que esta modificación del manejo del producto final se encuentra previamente validada para la Cancha de Compostaje La Estrella, por el SAG de la VI Región, mediante respuesta a la Carta Pertinencia N°000444 del 27 de abril de 2012. Así como también por el SAG Región Metropolitana en el Proyecto "Nueva Cancha de Compostaje La Manga", aprobado por RCA N° 609/2008.
En ambos casos se pronuncia favorable y ***se acepta la condición de material bioestabilizado manteniendo las exigencias de proceso, producto y trazabilidad de la NCh 2880 como requisito de compost para la agricultura, se informará mensualmente al SAG ,destino, tipo de cultivo a utilizar, número de hectáreas en donde será dispuesto, cantidad despachada por origen de material bioestabilizado generado en el período de referencia, acompañado del análisis por un laboratorio acreditado***.

4 COMPARACIÓN CON NORMA CHILENA DE COMPOST NCH 2880.

La siguiente tabla, muestra una comparación entre los parámetros de la norma NCh 2880, y los resultados obtenidos en los procesos de estabilización de las canchas de compostajes pertenecientes al Titular.

Tabla N°2: Tabla comparativa entre NCh 2880 y estabilizado

PARÁMETRO		LIMITE NCh 2880		Bioestabilizado
	UNIDAD	Clase A	Clase B	
pH		5.0 - 8.5		6,0 - 8,5
C.Eléctrica	dS/m	<3	<8	4 - 8
Materia Orgánica	%	>20		35 - 50
Nitrógeno	%	>0.5		2 - 4
Relación C/N		<25	<30	6 - 15
Humedad	%	30 - 35		17-35
Arsénico	mg/kg	15	20	1 - 2
Cadmio	mg/kg	2	8	<2
Cobre	mg/kg	100	1000	800 - 1200
Cromo	mg/kg	120	600	5 - 7
Mercurio	mg/kg	1	4	<0,02
Niquel	mg/kg	20	80	10 - 14
Plomo	mg/kg	100	300	<4
Zinc	mg/kg	200	2000	2400 - 3000
Autocalentamiento	°C	<20		s/i
Amonio	mg/kg	500		3.000 - 4.000
Relación Amonio/nitrato		<3		10 - 22
Germinación de rabanitos	%	>=80		80 - 90
Coliformes Fecales	NMP	<1.000		<2
Salmonella	NMP	3 en 4 gr		<3
Huevos de Helmintos Viables	c/u	1 en 4 gr		0
Semillas viables de malezas	propágulo/litro	<=2		s/i
Densidad aparente	kg/m3	<=700		600 - 730
Tamaño partículas	%	<= 16 mm		1,4
Materias inertes (plásticos)	% < 4 mm	5		0
Materias inertes (piedras)	% < 4 mm	5		2
Materias inertes (vidrio,metal)	% < 2 mm	0,5		0

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar en la tabla anterior, que aquellos parámetros que se encuentran levemente sobre la norma de referencia NCh 2880 son Cobre, Zinc y relación amonio /nitrato. Lo anterior se justifica por los siguientes antecedentes:

Cobre

El cobre es un metal esencial para la vida de los cerdos. Los cerdos requieren cobre para la síntesis de hemoglobina (proteína de glóbulos rojos) y para la síntesis y activación de varias enzimas necesarias para el metabolismo normal (Miller et al., 1979). Deficiencia de cobre lleva a una pobre movilización del hierro en la sangre, anemia, pobre keratinización de la piel, falta de colágeno, elastina y mielina. Junto con esto, alteraciones cardiacas y vasculares (Hart et al., 1930; Hill et al., 1983).
Un elevado estado sanitario ,se expresa con mejores índices productivos, que en caso contrario sería imposible alcanzar si el estado sanitario de los cerdos no se encontrara en óptimas condiciones. Por lo tanto, el cobre es un elemento que se hace imprescindible en explotaciones ganaderas intensivas, en donde un elevado estado sanitario es pilar fundamental para la mantención del sistema productivo.

Sales de cobre con alta disponibilidad biológica para los cerdos son el sulfato, carbonato y sales de cloro (Miller, 1980; Cromwell et al., 1998), a diferencia de los que ocurre con el cobre como sulfito y oxido de cobre (Cromwell et al., 1978; 1989) Complejos de tipo orgánico muestran tener iguales niveles de biodisponibilidad al sulfato de cobre en varios ensayos (Bunch et al., 1965; Zoubek et al., 1975; Stanbury et al., 1990; Apgar et al., 1996).
La acción estimuladora del crecimiento, del cobre dietario ha sido atribuida a su acción antimicrobiana (Fuller et al., 1960), específicamente a nivel intestinal controlando la flora microbiana indeseable, que ha sido ampliamente descrita en la literatura. El mecanismo exacto a través del cual el cobre es un toxico para la actividad celular de las bacterias permanece aun bajo investigación. Sin embargo, se ha evidenciado que altos niveles de cobre iónico, como el que se encuentra presente en el sulfato de cobre, es capaz de ser un toxico para bacterias como E. Coli (Elguindi et al., 2011), responsable de importantes cuadros diarreicos en los cerdos. Por otra parte, existen resultados que sugieren que el cobre también ejerce una acción sistémica en los cerdos para la estimulación del crecimiento de los mismos (Zhu et al., 2011).

Zinc

El zinc es un componente de varias enzimas que abarcan entre otras aquellas que intervienen con la replicación celular, enzimas digestivas entre ellas la insulina. De aquí, radica su importancia como elemento esencial en la nutrición de los cerdos, interviniendo en procesos como el metabolismo proteico, de carbohidratos y lípidos.
Muchos son los factores relacionados con la dieta que influencian los requerimientos dietarios de este elemento (Miller et al., 1979), incluyendo su

asociación con acido fítico (Oberleas et al., 1983), calcio (Oberleas et al., 1983), cobre, cadmio, cobalto, etc (NRC, 2012). Es conocido el hecho de que el zinc que se encuentra en granos y plantas tiene una baja biodisponibilidad (Miller, 1991). Debido a la gran potencialidad de asociación con diferentes componentes de la dieta, que en su gran mayoría no es posible cuantificar, es necesario incorporar a la dieta una fuente de Zinc, con un aporte conocido y estable como el oxido de zinc. Esto, principalmente para no sufrir problemas nutricionales originados por deficiencias de zinc.
El signo clásico de deficiencia es cerdos en desarrollo es la hiperkeratinización de la piel, patología denominada paraketarosis (Tucker y Salmon, 1955). Deficiencias de zinc reducen la tasa y eficiencia del crecimiento. Menores aportes de zinc en la dieta durante el último tercio de la gestación llevan a una prolongación de la duración de la gestación, menos y más pequeños lechones al nacimiento. En verracos altera la función testicular depletando los tubulos seminiferos (NRC, 2012).
Estudios indican que elevadas concentraciones de oxido de zinc al destete, disminuyen o incluso pueden llegar a eliminar las diarreas post destete, aumentando la ganancia de peso (NRC, 2012). Todos estos antecedentes, entregan sólida evidencia de los efectos sanitarios benéficos del zinc para los cerdos, los cuales cobran aun más valor cuando se trata del control sanitario de grandes masas de animales que se mantienen en las explotaciones de tipo intensivas como es la producción de cerdos. En donde el sistema productivo demanda la utilización de todos los recursos disponibles para la mantención de un alto estándar sanitario.

Relación amonio/nitrato

La relación amonio/nitrato, es uno de los 4 parámetros, que la Norma establece para determinar la madurez química del material compostado. La madurez química permite asegurar que el producto no presenta riesgos de fitotoxicidad, lo cual también se puede demostrar con el ensayo de germinación de rabanitos, que es otro de los 4 parámetros establecidos por la Norma.

Para la disminución de la relación amonio/nitrato se requiere de un alto contenido de carbono, el cual es consumido en los primeros meses de la etapa de fermentación, donde las altas temperaturas evidencian la activa participación de bacterias termófilas nitrificantes.

5 CONSIDERACIONES FINALES

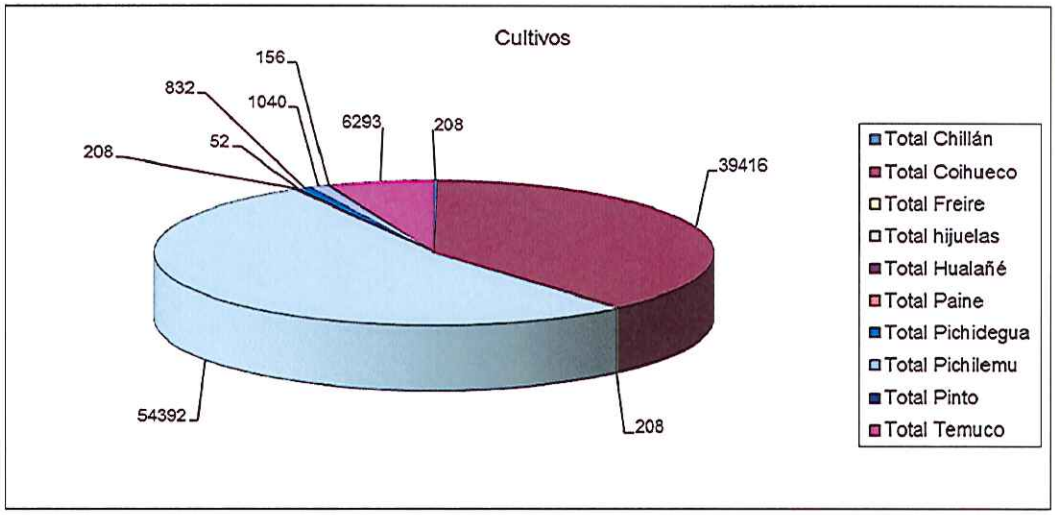
Por último se reitera el compromiso de Agrocomercial AS de trabajar en conjunto con esta repartición y mantener informada otorgando todos los antecedentes que se requieran para la toma a bien de la solicitud presentada en este informe.

Anexo A

Informe técnico evaluación del bioestabilizado como fuente de fertilización en diferentes condiciones de cultivos, climas y suelos temporada 2010-2011

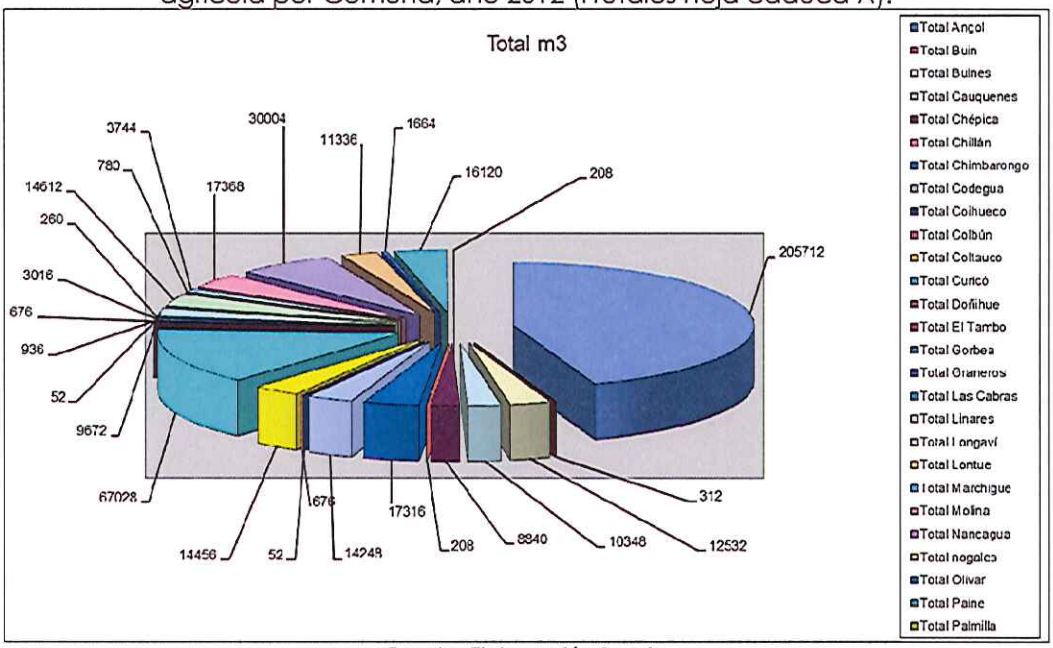
Anexo B
Gráficos con las estadísticas de la comercialización del bioestabilizado generado en la zona central en el último año (2012)

Grafico N°1: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012.



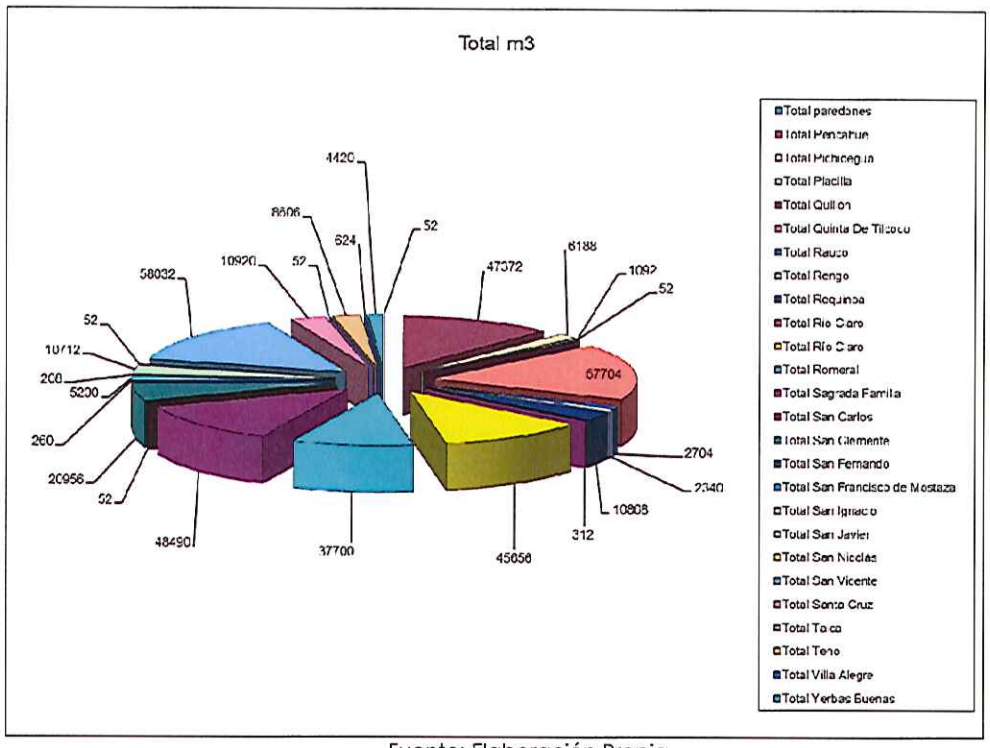
Fuente: Elaboración Propia

Grafico N°2: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012 (Frutales hoja caduca A).



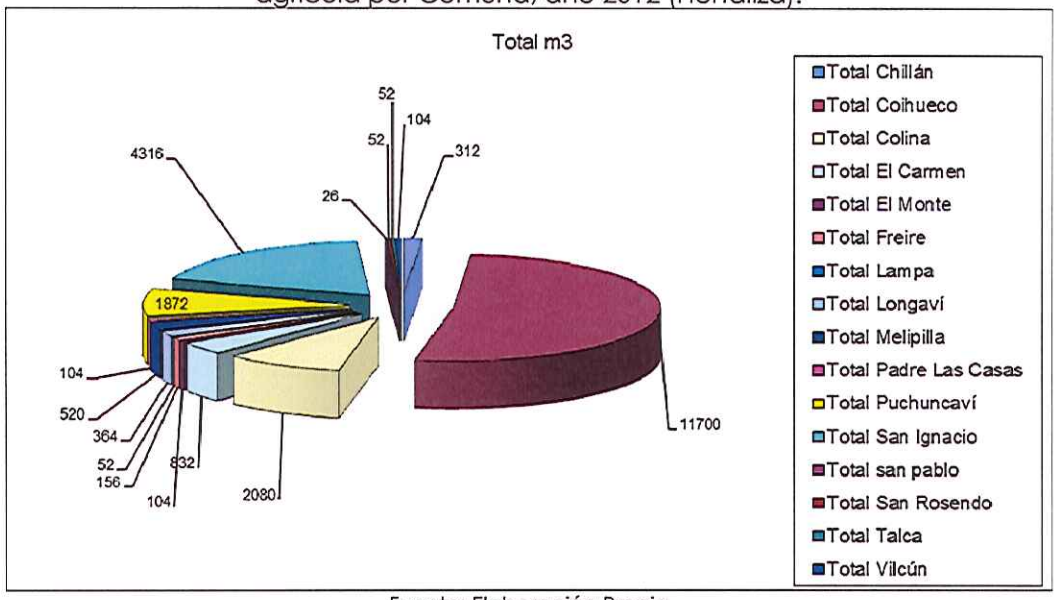
Fuente: Elaboración Propia

Grafico N°3: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012(Frutales hoja caduca B).



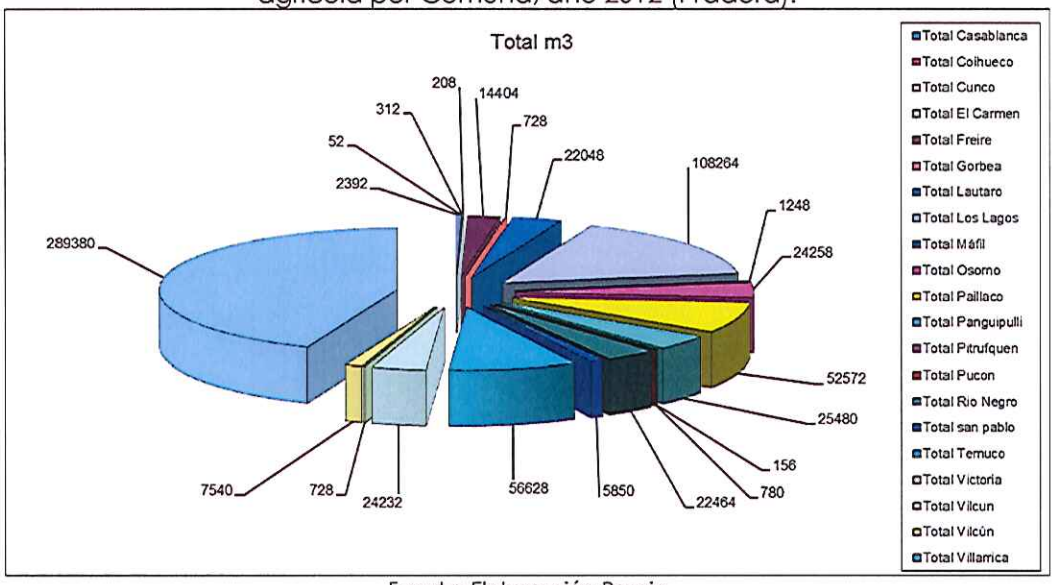
Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 4: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012 (Hortaliza).



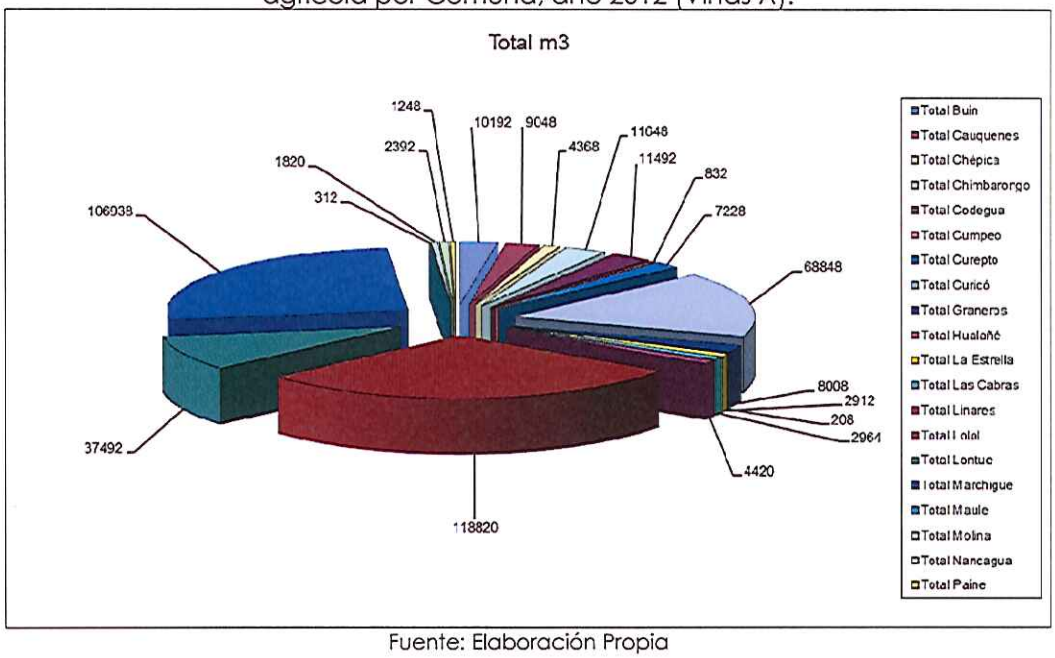
Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 5: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012 (Pradera).



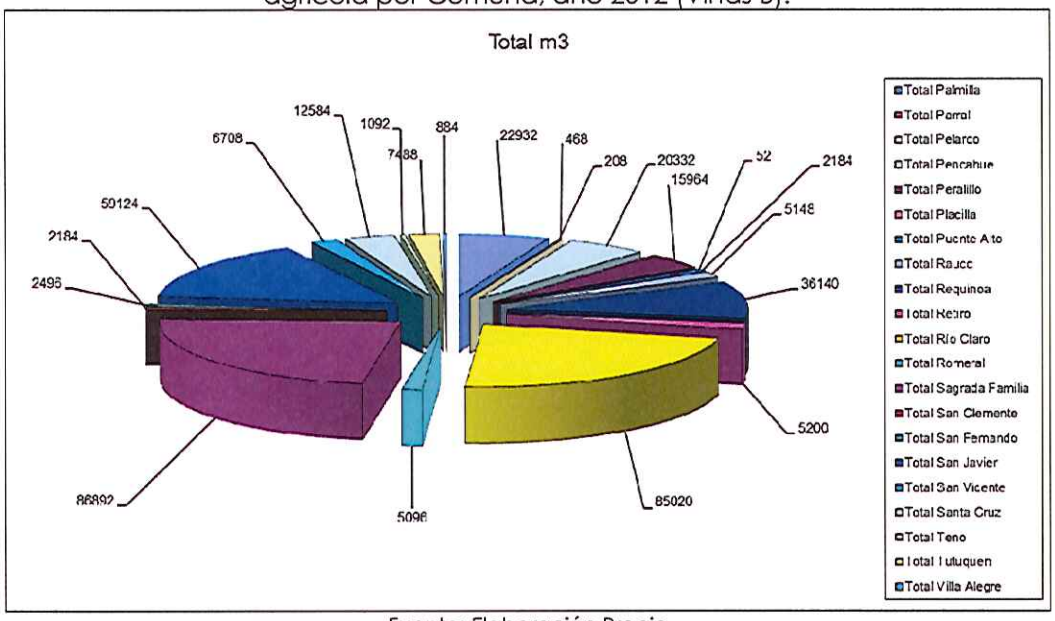
Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 6: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012 (Viñas A).



Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 7: Porcentaje de distribución de bioestabilizado en distintas actividades agrícola por Comuna, año 2012 (Viñas B).



Fuente: Elaboración Propia